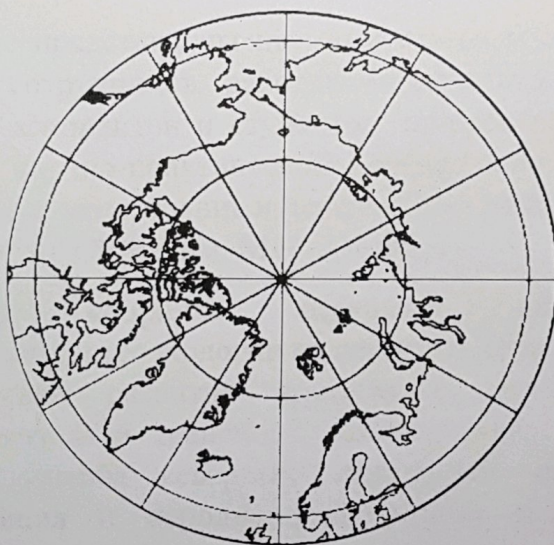


**I РОССИЙСКАЯ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В АРКТИКЕ:
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
РАЗВИТИЯ**



сборник научных трудов конференции

**ЯКУТСК
2015**

УДК 502.1 (98) (063)

ББК 20.18 (211) 243

П77

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук - Черосов Михаил Михайлович

кандидат биологических наук - Гоголева Парасковья Алексеевна

кандидат географических наук - Лукин Василий Васильевич

П77 Природопользование в Арктике: современное состояние и перспективы развития: сборник научных трудов I международной научно-практической конференции. – Якутск.: Издательство: Северо-Восточный Федеральный университет, 2015.– 690 с.; ил.

В сборнике представлены научные статьи и доклады преподавателей вузов, научных сотрудников, работников региональных и муниципальных органов власти, аспирантов и студентов, принимавших участие в работе I международной научно-практической конференции Природопользование в Арктике: современное состояние и перспективы развития состоявшейся 22-25 сентября 2015 года в СВФУ им. М.К. Аммосова.

Материалы сборника освещают актуальные проблемы природопользования и геоэкологии на северных территориях, инновационное и технологическое развитие арктических регионов: энергоресурсы, минеральные ресурсы и транспорт, экологическая безопасность и оценка экологического ущерба северных территорий, экономические аспекты природопользования и народнохозяйственных проектов в арктических регионах.

© Коллектив авторов, 2015

© СВФУ, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Александров В.Я., Ильющенко И.А., Коржиков А.Я.</i> СОВРЕМЕННЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В АРКТИКЕ И СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ИХ СИРНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.....	9
<i>Антоев К.П., Соколова М.Д., Буренина О.Н.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНОВ.....	14
<i>Аргунова А.Г.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРУКТУРЫ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМАГА.....	21
<i>Аргунова А.Г., Петухова Е.С.</i> РАЗРАБОТКА ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПТФЭ И УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКОН ПРИГОДНЫХ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ.....	29
<i>Бабурин В.Л., Бадина С.В., Горячко М.Д., Земцов С.П.</i> РИСКИ ОПАСНЫХ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ПРОСТРАНСТВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ.....	35
<i>Батугина Н.С., Гаврилов В.Л., Федоров В.И.</i> К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ МАЛЫХ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ.....	44
<i>Башалханова Л.Б., Безруков Л. А., Веселова В.Н., Корытный Л.М., Плюснин В.М.</i> ЗОНИРОВАНИЕ СЕВЕРА ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ: НЕОБХОДИМОСТЬ ОПТИМИЗАЦИИ.....	53
<i>Белич И.В.</i> К ПРОБЛЕМЕ СОХРАНЕНИЯ ФОЛЬКЛОРА И ЯЗЫКА ТАЗОВСКИХ (СЕВЕРНЫХ) СЕЛЬКУПОВ.....	64
<i>Белов В.В., Лебедев Ю.В., Копылова Ю.Ю.</i> ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ НА ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ОБРАЗ ЖИЗНИ КОРЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРА.....	71
<i>Буренина О.Н., Андреева А.В., Саввинова М.Е., Давыдова Н.Н., Даваасенгэ С.С.</i> ХАРАКТЕРИСТИКА МИНЕРАЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ А-331 «ВИЛЮЙ».....	78
<i>Бурнашева А.П., Ноговицына С.Н., Евдокарлова Т.Г.</i> К ИЗУЧЕНИЮ ФАУНЫ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (INSECTA, LEPIDOPTERA) ХРЕБТА ЧЕРСКОГО (ВОСТОЧНАЯ ЯКУТИЯ).....	91
<i>Бычков И.В., Горнов А.Ю., Рукавишников В.С., Ефимова Н.В., Зароднюк Т.С., Аникин А.С., Мыльникова И.В.</i> ОЦЕНКА И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОПУЛЯЦИОННОГО ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.....	98
<i>Варламова Е.В., Соловьев В.С.</i> ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ВЫСОКИХ ШИРОТАХ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ.....	107
<i>В.В. Величенко</i> К ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОХОТНИЧЬИ РЕСУРСЫ В АРКТИЧЕСКИХ УЛУСАХ ЯКУТИИ.....	114
<i>Воевода М.М., Хаснулин В.И., Разумов Е.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЯ ПСИХОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА В АРКТИКЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	118
<i>Воробьевская Е.Л., Телелекова А.Д.</i> ТРАДИЦИОННОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ В СВОРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ: «НАМ И ПОТОМКАМ».....	126
<i>Воробьева Т.А.</i> КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В КАРТОГРАФИРОВАНИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	134

Габдерахманова Т.С., Голубева Е.И., Рафикова Ю.Ю., Киселева С.В., Тарасенко А.Б. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РФ: РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	144
Гоголева П.А., Винокуров А.А. АЛАС МЮРЮ – КАК ОХРАНЯЕМЫЙ ОБЪЕКТ.	155
Гоголева П.А., Стручкова С. Г., Федорова Е. Д. АЛАСЫ ЛЕНО-АМГИНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ – КАК КОРМОВЫЕ УГОДЬЯ.....	164
Гоголева П.А., Харлампьева П.И. ПРИБРЕЖНО-ВОДНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ.....	170
Голубева Е.И., Глухова Е.В. ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НА ТЕРСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ БЕЛОГО МОРЯ.....	184
Горяев А.А., Петухов С.В., Баланцева Н.Б. АВТОНОМНОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА (НАО).....	191
Грузина Ю.М. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРОЦЕССЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА НА КОНТИНЕНТАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	200
Данзанова Е.В., Герасимов А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СВАРКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ПРИ НИЗКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДЛИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ	206
Данилов Ю.Г., Григорьев В.П. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ВИДОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ОСВАИВАЕМЫХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ).....	212
Данилов Ю.Г. ЕЩЕ РАЗ ОБ ОБОСНОВАНИИ ГРАНИЦ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ).....	222
Дегтева С.В. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОМ СЕКТОРЕ АРКТИКИ.....	229
Евсеев А.В., Слипечук М.В. СТРУКТУРА ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.....	236
Ефремова В.А. ПРИЧИНЫ ЗАТОРНЫХ НАВОДНЕНИЙ НА Р.КОЛЫМА И МЕРЫ ПО ИХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ.....	245
Ефремов В.Н. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ.....	250
Зубов М.Е. ПРЯМЫЕ И КОСВЕННЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛУГИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ХМАО.....	259
Иванова И.К., Корякина В.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МЕД МЕТОДОМ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА.....	269
Иванова И.К., Семенов М.Е., Корякина В.В., Рожин И.И. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРАТООБРАЗОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ.....	275
Калягина Л.В., Разумов П.Е. РАЦИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	284
Кириллов С.Н. ВОЗМОЖНЫЙ ПОДХОД К ТИПОЛОГИЗАЦИИ АРКТИЧЕСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ.....	294
Корнилова Т.И., Салменкова Е.А. СИГОВЫЕ АРКТИЧЕСКИХ ОЗЕР ЕВРАЗИИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	297

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ РФ: РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Габдерахманова Т.С.¹, Голубева Е.И.²,

Рафикова Ю.Ю.², Киселева С.В.², Тарасенко А.Б.¹

¹ МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет

² Объединенный институт высоких температур РАН

Аннотация. В работе рассмотрена задача энергоснабжения потребителей в Арктической зоне РФ с использованием возобновляемых источников энергии. Представлены результаты оптимизации состава гибридных энергосистем, включающих в себя как традиционные дизельные генераторы, так и солнечные и ветровые энергоустановки. Расчеты проводятся на основе графиков нагрузки потребителей, данных о поступающей солнечной радиации и особенностях ветрового режима, технико-экономических характеристиках оборудования. Рассмотрена задача оценки ресурсов солнечной и ветровой энергии Арктической зоны РФ. Проведен анализ базы данных NASA SSE как источника данных для оценки ресурсов солнечной энергии и производительности энергоустановок. Показаны результаты верификации базы данных NASA на основе наземных актинометрических измерений.

Ключевые слова. Энергопотребление, режимные дни, возобновляемые источники энергии, ресурсы, падающая солнечная радиация, скорость ветра, оптимизация, гибридная энергоустановка, дизельный генератор.

Annotation. The paper considers the problem of power supply to consumers in the Arctic zone of the Russian Federation with the use of renewable energy sources. The results of the optimization of hybrid power systems, including both traditional diesel generators, and solar and wind power plants, are shown. Calculations are made on the basis of load curves of consumers, the data on incoming solar radiation and characteristics of wind conditions, technical and economic characteristics of the

equipment. The paper also considers the problem of estimating the resources of solar and wind energy of the Arctic zone of the Russian Federation. The author analyzes the database NASA SSE as a source of data to assess solar energy resources and efficiency of power plants. Verification of the database NASA's on the base of actinometric measurements of solar radiation was done.

Keywords. Power consumption, regime days, renewable energy resources, the incident solar radiation, wind speed, optimization, hybrid power plant, diesel generator.

1. Особенности энергопотребления в Арктическом регионе РФ

Арктическая зона РФ имеет предельно низкую плотность населения (менее 1 человека на 1 кв. км) и высокую дисперсность расселения. Арктика крайне неоднородна также по уровню интенсивности хозяйственной деятельности и инфраструктурной освоенности. Однако регион характеризуется и очень высокой урбанизированностью: более 80% населения проживает в городах и поселках с населением свыше пяти тысяч человек [3]. Кроме того, здесь расположены промышленные центры с населением свыше 100 тыс. человек (Архангельск, Мурманск, Воркута, Норильск).

Основное внимание к региону в настоящее время связано с возможностью добычи полезных ископаемых. Поэтому одним из приоритетных потребителей электрической и тепловой энергии является инфраструктура разведки полезных ископаемых, освоения месторождений и добычи природных ресурсов, а именно, буровые установки, в том числе и морского базирования, насосное оборудование, а также вахтовые поселки. В Мурманской области, Республике Саха, Эвенкии в качестве потребителей энергии важно учитывать горно-обогатительные комбинаты. В Архангельской области в качестве основных сетевых и автономных энергопотребителей следует рассматривать предприятия лесной промышленности. Рыбная отрасль также является важным сегментом экономики региона. В качестве основных потребителей энергии выступают порты, обслуживающие рыболовецкий флот, предприятия по первичной переработке рыбы и поселки персонала.

Оленеводство, которое является главным промыслом для кочевых народов Севера, требует в первую очередь решения проблем энергоснабжения автономных

потребителей. Действительно, выпас оленей предполагает длительное пребывание семей в тундре вне доступа к централизованным электросетям. Для обеспечения людей устойчивой связью и освещением в настоящее время используются мобильные дизель- и бензоагрегаты, однако достаточно привлекательным является (с учетом стоимости моторного топлива) использование солнечной энергии для электрогенерации [1]. Помимо этого автономными объектами, которые могут быть потребителями солнечной энергии в Арктическом регионе, являются различные светосигнальные устройства, навигационные буи, створные знаки, маяки и др., а также базовые станции сотовой связи.

2. Источники данных для оценки ресурсов солнечной и ветровой энергии в Арктическом регионе

В представленной работе были рассмотрены методические подходы к оптимизации состава автономных энергоустановок (для индивидуальных потребителей, изолированных поселков и др.) на основе преобразователей солнечной, ветровой энергии и аккумулирующих устройств. Основными исходными элементами такой оптимизации являются сведения о режиме потребления электрической энергии (суточный и годовой график нагрузки в характерные – режимные – дни сезона), а также данные о приходе суммарной солнечной энергии и ветровых характеристиках с максимальным охватом территории и частотой сетки. Рассмотрим источники данных для оценки ресурсов солнечной энергии. В настоящее время доступными являются результаты наземных актинометрических измерений в этом регионе в виде осредненных данных, опубликованных в [2]. В издании приведены результаты измерений на актинометрических станциях, которые расположены в основном на побережье морей Северного Ледовитого океана, и также на островах, что недостаточно для оценки падающей радиации в различных районах обширной территории Арктического региона.

Накопленный опыт успешного использования базы данных NASA SSE [6] при характеристике ресурсов солнечной энергии на территории РФ, а также решении задач проектирования солнечных энергетических установок дает основание

провести анализ данных NASA и для Арктического регионе. Для оценки погрешности данных NASASSE в Арктической зоны РФ была проведена их сравнение (верификация) с результатами наземных актинометрических измерений [4]. Сравнение проводилось по следующим характеристикам:

- среднемесячные суточные суммы суммарной солнечной радиации, приходящей на горизонтальную поверхность при средних условиях облачности;
- среднемесячные суточные суммы прямой солнечной радиации на нормальную к лучу поверхность при средних условиях облачности.

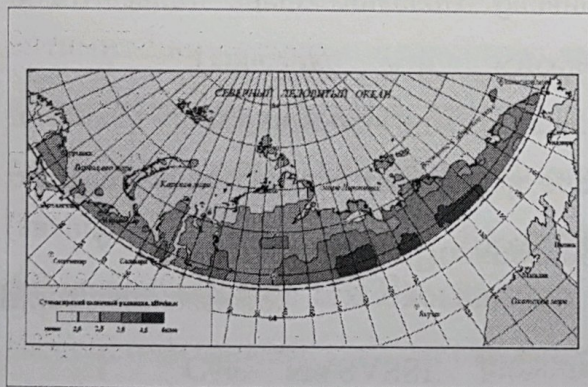
Верификация позволяет определить средние, максимальные и минимальные отклонения указанных выше характеристик, полученных из двух источников данных (NASA SSE – наземные наблюдения). По результатам сравнения максимальное отклонение среднемесячных значений суточных сумм суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность имеет место для станции Обсерватория имени Кренкеля; минимальное отклонение – для станции на острове Преображения. Среднее значение отклонения данных NASA от результатов наземных измерения составляет $0,47 \text{ кВтч/м}^2/\text{сутки}$. Для прямой солнечной радиации, приходящей на нормальную поверхность, среднее отклонение составило $1,47 \text{ кВтч/м}^2/\text{сутки}$. Максимальное отклонение актинометрических данных по прямой радиации приходится на летние месяцы – июнь, июль, август. Для зимних месяцев NASA SSE обычно дает заниженные данные, а для летних – существенно завышенные. Для суммарной радиации максимальное отклонение наблюдается также в летние месяцы, преимущественно в августе; для зимних месяцев NASA предоставляет несколько заниженные данные, для летних – незначительно завышенные. В целом отклонение значений NASA SSE от данных измерений наземных метеообсерваторий по суммарной солнечной радиации существенно меньше, чем по прямой радиации.

Таким образом, проведена оценка отклонения средних значений суммарной и прямой солнечной радиации по двум источникам данных. Если средние и минимальные отклонения среднемесячных значений суммарной радиации сопоставимы для таковых в более южных широтах РФ, то максимальные

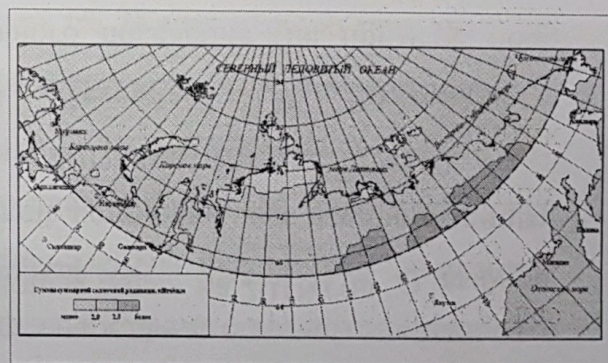
отклонения достигают 50% величины падающей радиации. Это заставляет при использовании данных NASA SSE проводить расчеты величины падающей солнечной радиации и иных производных величин в терминах максимальных и минимальных оценок.

На основе данных NASA была построена серия карт падающей солнечной радиации (суммарной и прямой) на различных образом ориентированные поверхности, которые дают картину распределения этих характеристик на качественном уровне. На рисунке 1 представлены два типа характеристик солнечной радиации.

Оценка ветровых ресурсов в Арктическом регионе (как и на других территориях) осложняется тем, что доступные результаты многолетних метеорологических наблюдений относятся к незначительным высотам (10-20 м), тогда как современные ветроустановки имеют высоту оголовка турбины 50 и более метров. В настоящее время нами оцифрованы результаты наземных метеорологических измерений в Арктической зоне (метеорологические данные за отдельные годы, выборка 15-20 лет). Проведение обработки этих данных позволяет в первом приближении оценить нижнюю границу ветрового потенциала и прогнозной производительности ветроэнергостановок заданного типа в точках проведения метеонаблюдений.



А



Б

Рисунок 1. Распределение прямой солнечной радиации на нормальную к лучу поверхность (а) и суммарной солнечной радиации на горизонтальную поверхность (б). Средние суточные суммы.

3. Некоторые результаты оптимизации состава энергоустановок на ВИЭ для потребителей в Арктической зоне

Как указывалось выше, при проведении расчетов энергетического баланса потребителей и оптимизации состава энергосистем необходимым является получение актуальных графиков нагрузки, что представляет собой сложную задачу. Так по Архангельской области нами были получены данные только по режимным дням (зимнему и летнему) для трех автономных дизельных электростанций – Соловки, Каменка, Койда. На примере последнего поселка было оценено отклонение между графиком нагрузки режимного дня и максимальной суточной нагрузкой за все месяцы года. Выяснилось, что отклонение составляет от 11 до 56%, причем максимум приходится на летние месяцы. Этот факт необходимо учитывать при анализе результатов расчета энергетического баланса на основе графиков нагрузки режимного дня.

Имея описанную выше фактологическую основу для оценки ресурсов солнечной и ветровой энергии, технические характеристики солнечных батарей, ветрогенераторов и накопителей электрической энергии, возможно применить разработанную и апробированную ранее в работах [6, 7] инженерную методику для оптимизации состава и параметров автономных энергоустановок применительно к климатическим условиям Арктического региона. Как указывалось в работе [6], важно определить критерии оптимизации состава гибридных энергоустановок (автономных или сетевых) на основе возобновляемых источников энергии и дизельгенераторов (ДГУ), которые в настоящее время являются наиболее распространенными у автономных потребителей Арктического региона. Экономический эффект от применения той или иной энергоустановки (ЭУ) может быть оценен по сумме капитальных и эксплуатационных затрат. Под первыми подразумевается стоимость ключевых компонентов установок, а под вторыми – преимущественно стоимость дизельного топлива для ДГУ. Было принято считать

оптимальным такой состав гибридной энергоустановки, при котором суммы капитальных и эксплуатационных затрат для нее и для традиционной ДГУ сравниваются за период времени, меньший, чем ресурс основных компонентов гибридной установки – фотоэлектрических модулей или ветроустановки [6].

Нами был проведен ряд исследований, касающихся оптимизации автономных и сетевых энергоустановок для поселков, находящихся в Арктической зоне России (п. Соловецкий Архангельской области, п. Русское Устье Республики Саха (Якутии) и др.). Приведем здесь результаты оптимизации для п. Русское Устье. Графики нагрузки для поселка представлены на рисунке 2. На основе полученного графика нагрузки нами была проведена оптимизация состава гибридной ЭУ, которая включает в себя:

- фотоэлектрические модули (ФЭМ),
- ветроустановки (ВЭУ),
- буферный аккумулятор электрической энергии, предназначенный для суточного регулирования графика выдачи мощности,
- сезонный аккумулятор электрической энергии, предназначенный для длительного хранения излишков выработанной энергии ВИЭ,
- систему управления, контроллеры заряда, инвертор, элементы коммутации,
- контейнеры в северном климатическом исполнении для размещения силовой и управляющей электроники, аккумуляторных батарей и дизель-генераторов.

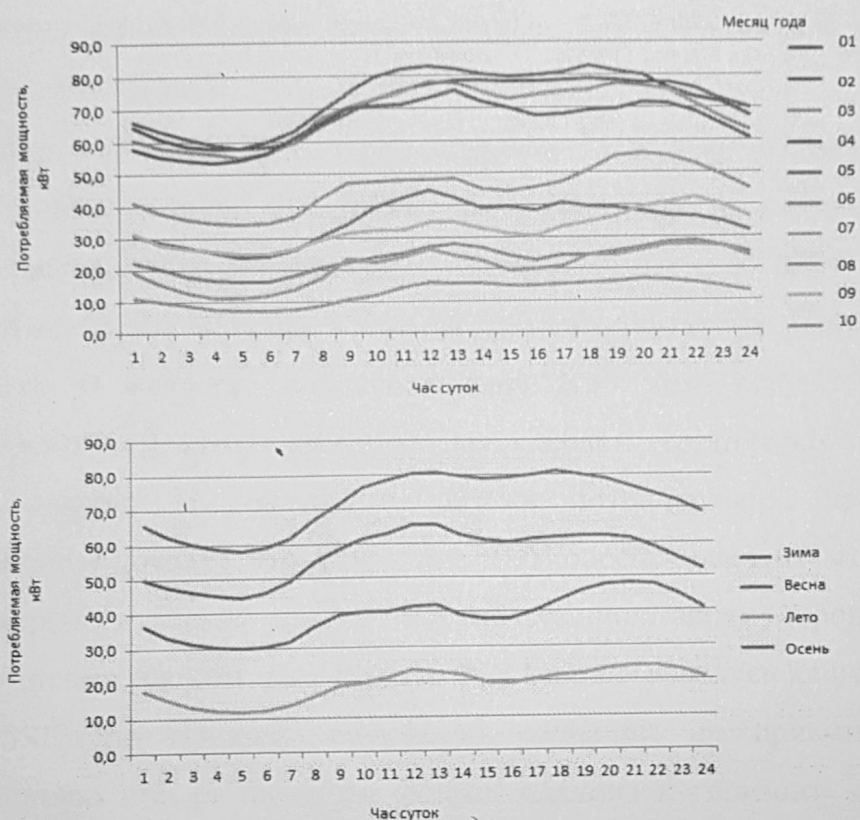


Рисунок 2. Усредненные (месячные и сезонные) данные по энергопотреблению поселка Русское Устье (Республика Саха, 160 чел. населения).

Дизель-генератор сохранялся в составе гибридной ЭУ для работы в зимний период, когда энергии ВИЭ недостаточно для покрытия резко возрастающей нагрузки. По соображениям надежности дизель-генератор дублируется агрегатом такой же мощности в качестве резервного. В качестве критерия оптимизации была принята доля замещенного дизельного топлива и снижение эксплуатационных затрат на работу установки в течение 8-10 лет. В отличие от зарубежных конфигураторов, данная методика позволяет использовать несколько типовых профилей нагрузки и рассматривать более широкий круг накопителей электрической энергии для комплектования энергоустановок.

Затраты на органическое топливо рассчитывались на основе данных 2009 г. и прогнозов инфляции (в предположении, что именно инфляция вносит основной вклад в удорожание дизельного топлива). По этой оценке затраты на топливо для

дизельгенератора п. Русское Устье составят 131 799 000 руб. (за 10-лет) и 213 380 000 руб. (за 15-лет).

Выбор мощности ДГУ осуществлялся исходя из максимальных значений нагрузки и обеспечения двукратного резервирования источника энергии. Выбор ВЭУ определялся климатическими характеристиками п. Русское Устье (средняя и максимальная скорость ветра, источник данных – измерения местной метеостанции за 10 лет). В качестве основного типа ВЭУ был выбран агрегат NW-100 (NorthernPowerInc.) адаптированный для условий Арктического региона. Анализ графика нагрузки и результатов оценки потенциальной производительности ветроустановки показал, что даже одна ВЭУ обеспечивает избыточную выработку электроэнергии в летний период, однако сезонное аккумулярование оказывается слишком дорогостоящим. Для выбора ФЭМ использовались климатические данные (NASA SSE) по приходу солнечной радиации на приемную поверхность, расположенную под различными углами наклона к горизонту (0, 56, 71, 86, 90 градусов и следящая за солнцем поверхность). Выработанная в среднем за сутки энергия определялась как произведение паспортного КПД модуля на суммарную площадь поверхности всех модулей, КПД сетевого инвертора напряжения (95%), суточный усредненный приход солнечной радиации. Мощность и емкость буферного накопителя определялись из соображений сглаживания графиков выдачи мощности ВЭУ и ДГУ на основании имеющегося графика нагрузки. Для каждого часа суток в пределах месяца года с учетом полученного ранее усредненного графика нагрузки рассчитывался энергетический баланс, при этом недостаток энергии, выработанной ВИЭ и запасенной накопителем энергии, компенсировался включением ДГУ. На основе величины выработанной ДГУ энергии определялся объем потребленного топлива и, соответственно, эксплуатационные расходы.

Оптимизационные расчеты для п. Русское Устье (Республика Саха) по разработанной методике были выполнены для различных вариантов ЭУ с различными комбинациями ВЭУ, ФЭМ и аккумуляторов (таблица). Показана возможность снижения затрат на энергоснабжение за счет использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Так, гибридная ЭУ в составе двух ВЭУ

NW-100, буферного накопителя электрической энергии емкостью 350 кВтч и двух ДГУ мощностью 120 кВт обеспечивает экономию органического топлива до 40 % и имеет срок простой окупаемости 8 лет 2 мес.

Таблица. Варианты компоновки гибридных ЭУ (в ценах 2013 г.)

Состав установки		ФЭМ				Сезонный аккумулятор, МВтч	Стоимость установки, млн. руб.
		Число модулей, шт.	КПД, %	Угол наклона, °	Цена, евро/Вт (пик)		
Вариант1	100	200	13	86	2,02	0	72
Вариант2	100	400	13	86	2,02	0	76
Вариант3	100	200	13	71	2,02	0	72
Вариант4	100	400	13	71	2,02	0	76
Вариант5	100	200	17	86	2,2	0	69
Вариант6	100	400	17	86	2,2	0	77
Вариант7	100	200	17	71	2,2	0	69
Вариант8	100	400	17	71	2,2	0	77
Вариант9	100	200	20	86	2,78	0	70
Вариант10	100	400	20	86	2,78	0	79
Вариант11	100	200	20	71	2,78	0	70
Вариант12	100	400	20	71	2,78	0	79
Вариант13	100	0	0	0	0	0	60
Вариант14	200	0	0	0	0	0	97
Вариант15	100	0	0	0	0	4,96	135
Вариант16	200	0	0	0	0	11,38	271

По результатам анализа графиков нагрузки и выработки энергии ВЭУ было решено отказаться от попыток максимизации выработки энергии ФЭМ в летнее время и сосредоточить усилия на подборе комбинации ФЭМ, позволяющей максимально снизить расход дизельного топлива в период февраль-март и сентябрь-октябрь. Наиболее перспективными с этой точки зрения оказались углы наклона ФЭМ к горизонту 71° и 86°, так что дальнейшие расчеты велись для них. Наиболее эффективным представляется вариант с двумя ВЭУ и буферным аккумулятированием, при этом целесообразно организовать параллельную работу ВЭУ и ДГУ. Для уточнения требований к буферному накопителю необходимо проведение 1 – 3- летнего ветромониторинг на площадке строительства станции, на высотах, соответствующих высотам современных ВЭУ. Поскольку расчеты проводились для данных измерений скорости ветра на высоте 10 м, это позволяет надеяться, что после ветромониторинга технико-экономические показатели улучшатся. Затраты на монтаж и доставку компонентов в п. Русское Устье, также подлежат дальнейшему уточнению.

Выводы.

1. Проведен анализ источников метеорологических данных для оценки ресурсов солнечной и ветровой энергии в Арктическом регионе. Проанализированы погрешности оценок. Показана перспективность использования солнечной энергии в летнее время.
2. На основе данных NASA SSE построена серия карт падающей солнечной радиации (суммарной и прямой) на различным образом ориентированные поверхности, которые дают картину распределения этих характеристик Арктическом регионе на качественном уровне.
3. Предприняты попытки систематизации и анализа графиков нагрузки типовых потребителей для данной территории. Работа в этом направлении должна быть продолжена в направлении выработки типового графика нагрузки для промышленных предприятий и анализа тепловых нагрузок.
4. Для оптимизации состава гибридной ЭУ в конкретных климатических условиях п. Русское Устье использована авторская инженерная методика, наземные метеорологические данные и БД NASA SSE, графики нагрузки потребителя, а также технические параметры ключевых компонентов установок. Определены технико-экономические показатели гибридной ЭУ для заданных условий.
5. Работа должна быть продолжена в направлении оценки потенциала отходов лесного хозяйства для ряда областей Арктического региона.

Исследование выполнено при частичной поддержке РФФИ: проект № 15-05-01788

Литература

1. Материалы сайта Российской газеты. Электронный ресурс. <http://www.rg.ru/2009/03/12/reg-dvostok/sun-anons.html>, дата обращения 18.09.2014 г.
2. Научно-прикладной справочник по климату России (арктический регион). Солнечная радиация. СПб. Гидрометеиздат. 1997, 238 с.
3. Пилясов А.Н. Контуры стратегии развития Арктической зоны России// Арктика: экология и экономика. - 2011. - № 1. – С. 38-47.

4. Попель О.С., Киселева С.В., Моргунова М.О., Габдерахманова Т.С., Тарасенко А.Б. Использование возобновляемых источников энергии для энергоснабжения потребителей в Арктической зоне Российской Федерации//Арктика: экология и экономика. 2015. № 1(17), С. 64-69.
5. Сайт NASASSE. <https://eosweb.larc.nasa.gov/cgi-bin/sse/grid.cgi?email=skip@larc.nasa.gov>
6. Тарасенко А.Б., Киселева С.В., Попель О.С., Титов В.Ф. О выборе оптимального состава гибридной энергетической установки для изолированного поселка//Альтернативная энергетика и экология» № 02 (106) 2012. С. 177-182.
7. Тарасенко А.Б., Киселева С.В., Тетерина Н.В. Возможности оптимизации энергетического баланса островного поселения (на примере пос. Соловецкий Архангельской области)// Альтернативная энергетика и экология. 2012. № 5-6, С. 187-192.

УДК 574 (571.56)

АЛАС МЮРЮ – КАК ОХРАНЯЕМЫЙ ОБЪЕКТ

Гоголева П.А.¹, Винокуров Алексей Алексеевич²

¹Северо-Восточный федеральный университет им. М.К.Аммосова

²МОУ ДОД Мюрюнская станция юных натуралистов

Краткая аннотация на русском языке: алас Мюрю один из крупнейших аласов в Центральной Якутии, который включен в систему ООПТ РС(Я). Алас подвержен сильному антропогенному прессу, т.к. здесь расположены 5 населенных пунктов, в том числе районный центр с.Борогонцы. Мониторинг за его состоянием ведется силами сотрудников НИИ ПЭС и кафедры экологии СВФУ, а также учащимися школ на местности.

Ключевые слова на русском языке: алас, термокарст, ООПТ, тип растительности, мониторинг.